تاریخ دریافت: ۱۰ بهمن ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۲۱ تیر ۱۴۰۰ صفحات ۱ الی ۳۸

تأثیر مصرف گاز طبیعی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در گروه کشورهای منتخب با لحاظ اثر تفاوت در شدت مصرف انرژی

محسن ابراهیمی
دانشیار اقتصاد-دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی-ایران-تهران ebrahimi@khu.ac.ir
محمد صیادی
استادیار اقتصاد-دانشکده اقتصاد-دانشگاه خوارزمی-ایران –تهران m.sayadi@khu.ac.ir
رضا شرفی چیه
کارشناس ارشد اقتصاد- دانشگاه خوارزمی-ایران-تهران rezasharafi۲۶۱@gmail.com

چکیده:

ویژگی‌های خاص گاز طبیعی از جمله مزایای اقتصادی و زیست محیطی آن، همواره این حامل انرژی را به عنوان یک عامل تولیدی مهم در بخش‌های تولیدی و واسطه‌ای اقتصاد و نیز یک حامل انرژی مطلوب در کلیه بخش‌های مصرف‌کننده نهایی مطرح نموده است که با آن می‌توان تقاضای رو به افزایش مصرف انرژی را برآورده کرد. در این مطالعه با استفاده از داده‌های پانل، دوره زمانی ۲۰۱۸- ۲۰۰۰، اثر مصرف‌گاز طبیعی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای درکشورهای با شدت مصرف انرژی بالا با لحاظ تفاوت شدت مصرف انرژی آنها مورد بررسی قرارگرفته است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد، مصرف‌گاز طبیعی تأثیر منفی و معناداری بر انتشار گاز CO_2 دارد، در حالیکه در کشورهای با شدت مصرف انرژی پایین، مصرف گاز طبیعی تأثیر معناداری بر انتشارگاز CO_2 ندارد. همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهد، در کشورهای با شدت مصرف بالای انرژی با اضافه شدن متغیر اثر تعاملی مصرف سرانه گاز طبیعی با مصرف سرانه سایر انرژی‌ها به مدل، میزان انتشار دی اکسید کربن کاهش می‌یابد. سایر یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، تولید ناخالص داخلی سرانه و شهرنشینی در هر دوگروه از کشورها تأثیری مثبت بر انتشار CO_2 داشته است.

واژگان کلیدی: گاز طبیعی، انتشارگازهای‌گلخانه‌ای، دی‌اکسیدکربن، شدت مصرف انرژی

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۱.مقدمه

گرم شدن کره زمین، مجموعه‌ای از پیامدهای منفی مانند افزایش سطح آب دریا، ذوب یخچال‌های طبیعی و بیابان‌زایی را به دنبال دارد. این مشکلات به‌طورجدی بر تعادل محیطی تأثیر می‌گذارد و حتی بقای انسانی را تهدید می‌کند. در سال‌های اخیر، تغییرات آب و هوایی به مرکز اصلی توجه جهانی تبدیل‌شده است.این تغییرات محیطی در جهان می‌تواند نه‌تنها به سمت کاهش رشد، بلکه همچنین و مهم‌تر از همه، به یک فاجعه زیست‌محیطی بزرگ تبدیل شود، مگر اینکه اقدامات شدیدی برای کاهش گرم شدن کره زمین انجام شود. انتشار گازهای گلخانه‌ای (به‌ویژه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن) حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، علت اصلی تغییرات اقلیمی است. استخراج گاز طبیعی از سنگ شیل در ایالات‌متحده آمریکا یکی از رویدادهای برجسته در قرن ۲۱ است. این نوع از گاز طبیعی به‌عنوان یک سوخت انتقال در مسیر به یک آلاینده‌ای کم‌کربن مطرح است؛ بنابراین، جستجو برای اقدامات مؤثر برای کاهش انتشار CO_2 و کاهش تغییرات آب و هوایی ضروری است؛ کاهش انتشارگازهای گلخانه‌ای CO_2 یکی از مسائل اصلی است که جامعه بین‌المللی با آن مواجه شده است. امضا توافق پاریس مبنی بر کاهش گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۱۵ توسط بسیاری از کشورها اهمیت این موضوع را نشان می‌دهد، از سویی بدون شک یکی از نیازهای مهم نسل آینده، نیاز به محیط‌زیست مناسب است. استخراج شدید و روزافزون منابع طبیعی، ازجمله سوخت‌های فسیلی و به‌کارگیری در جهت افزایش رفاه و رشد اقتصادی، نیازهای نسل‌های آینده را به خطر می‌اندازد. علاوه بر این ورود انواع مختلف آلاینده‌ها وضایعات به محیط‌زیست، باعث می‌شود که اکوسیستم به‌تدریج کارایی خود را از دست دهد.

افزایش نگرانی‌ها نسبت به حفظ محیط‌زیست و حیات جامعه بشری، موجب شده است تا مصرف سوخت‌های فسیلی با انتشار بالای آلاینده‌های جوی محدودتر شود. با این حال، به دلیل ارزش حرارتی بالای گاز طبیعی و نیز انتشار آلایندگی به مراتب پایین‌تر این حامل انرژی در مقایسه با سایر حامل‌های انرژی، مطابق آخرین چشم‌انداز انرژی شرکت BP، گاز طبیعی

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

سریع‌ترین سوخت فسیلی در حال رشد بوده و مصرف جهانی آن از ۱۳۸ اگزا ژول در سال ۲۰۱۸ به ۱۷۸ اگزاژول در سال ۲۰۵۰ یعنی سالانه حدود ۱/۷ درصد افزایش خواهد یافت. همان‌طور که شرکت BP در سناریوهای مختلف در افق ۲۰۵۰ به تصویر کشیده است، سوخت‌های پاک‌تر جایگاه به مراتب بالاتری نسبت به ترکیب سبد در وضعیت کنونی خواهند داشت. بر اساس اطلاعات جدول (۱)، گاز طبیعی در افق زمانی ۲۰۵۰، در سناریوی تداوم روند موجود[۱]، رتبه اول را بین کلیه منابع انرژی به خود اختصاص خواهد داد. همچنین در دو سناریوی دیگر یعنی سناریوی خالص صفر [۲] وسناریوی سریع[۳]، که مبتنی بر کاهش سریع‌تر انتشار گازهای گلخانه‌ای و توسعه سریع‌تر انرژی‌های تجدیدپذیر است، گاز طبیعی پس از انرژی‌های تجدیدپذیر مهم‌ترین منبع تأمین انرژی در جهان خواهد بود. بنابراین در کلیه سناریوهای طراحی شده، اهمیت گاز طبیعی در سبد انرژی جهان برجسته خواهد بود. دلایل مثبت بودن چشم‌انداز آتی مصرف گاز طبیعی عبارت‌اند از: اجرای سیاست‌های بلندپروازانه کشورها در جهت مصرف بیشتر گاز، رشد کمتر انرژی اتمی، آثار مخرب زیست‌محیطی پایین، کارایی استفاده ازآن درتولید الکتریسیته و استفاده بیشتر از گاز طبیعی در حمل‌ونقل جاده‌ای، توسعه صنعت و ساختمان است (ژو و لین، ۲۰۱۹)[۴]. در سند تراز گازی ایران در افق ۱۴۲۰، علت اصلی منفی شدن تراز گازی کشور که به ویژه در ماه‌های سرد سال باعث کاهش گازرسانی به نیروگاه‌ها و خاموشی‌های برق خواهد شد، بالا بودن شدت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف (نیروگاهی، صنایع عمده، تجاری، خانگی) به دلیل عدم توجه کافی به بهینه‌سازی انرژی عنوان شده است. خاطر نشان می‌شود، تأکید اصلی این تحقیق نیز تأثیر مصرف گاز طبیعی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای با لحاظ اثر شدت مصرف انرژی در گروه کشورهای منتخب است.

---

۱. Business as usual

۲. Net Zero

۳. Rapid

۴. Bin Xu , Boqiang Lin(۲۰۱۹)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

علی‌رغم گسترش جهانی استفاده از گاز طبیعی، نحوه اثرگذاری این روند بر انتشار گازهای گلخانه‌ای از جمله CO_2 چندان واضح نیست و نیازمند آزمون تجربی متعدد جهت بررسی است. همچنین به نظر می‌رسد، میزان شدت انرژی در کشورهای مختلف در تبیین رابطه مذکور مهم و کلیدی باشد که در این تحقیق این متغیر مبنای دسته‌بندی کشورهای مورد مطالعه قرار گرفته است. بر همین اساس هدف اصلی پژوهش حاضر، مدلسازی و تحلیل تأثیر مصرف گاز طبیعی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای با لحاظ اثر شدت مصرف انرژی با استفاده از مدل داده‌های تلفیقی در گروه کشورهای منتخب است. کشورهای منتخب بر اساس میزان شدت انرژی به دو گروه دسته‌بندی شده و پژوهش در صدد پاسخ به این سؤالات اصلی است که ۱) آیا اثر مصرف گاز طبیعی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO_2)، تحت تأثیر شدت مصرف انرژی گروه کشورها قرار دارد؟ و ۲) آیا ورود متغیر اثر تعاملی مصرف سرانه‌گاز طبیعی* مصرف سرانه سایر انرژی‌ها، رابطه بین مصرف گاز طبیعی و انتشار گاز CO_2 را تغییر می‌دهد؟ علاوه بر این در پژوهش حاضر سؤلات فرعی دیگر از جمله اینکه تأثیر تولید ناخالص داخلی سرانه در هر دوگروه از کشورها بر انتشار CO_2 چگونه است؟ نیز بررسی و نتایج بدست آمده تحلیل شده شده است. هرچند تاکنون مطالعات متعددی در خصوص بررسی رابطه بین مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای صورت گرفته است، اما مبتنی بر بررسی‌های انجام شده می‌توان گفت، مطالعه‌ای با مختصات مدلسازی و اهداف مطالعه حاضر، در ادبیات موضوعی صورت نگرفته است. نوآوری پژوهش حاضر در مدلسازی رابطه بین مصرف گاز طبیعی و انتشار $CO2$ در گروه کشورهای منتخب با لحاظ متغیر شدت مصرف انرژی و نیز بررسی اثر تعاملی مصرف سرانه‌گاز طبیعی و مصرف سرانه سایر انرژی‌ها است.

سازماندهی این مقاله بدین صورت است که در بخش دوم ادبیات موضوع شامل مبانی نظری و در بخش سوم مطالعات پیشین ارائه شده است. به دنبال آن در بخش چهارم روش‌شناسی تحقیق معرفی شده است. بخش پنجم به برآورد مدل و تفسیر نتایج اختصاص یافته است. و نهایتا در بخش ششم به ارائه یافته های پژوهش پرداخته شده است.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ۱. مصرف اولیه انرژی به تفکیک منبع انرژی (اگزا ژول)

منبع انرژی	سال ۲۰۱۸	سال ۲۰۵۰		
		سناریوی تداوم روند موجود	سناریوی خالص صفر	سناریوی سریع
نفت	۱۹۰	۱۷۲	۴۲	۸۹
گاز طبیعی	۱۳۸	۱۸۷	۸۲	۱۳۴
زغال‌سنگ	۱۵۸	۱۲۳	۱۲	۲۴
هسته‌ای	۲۴	۳۱	۵۷	۴۴
برق‌آبی	۳۸	۵۱	۶۲	۵۷
تجدیدپذیرها	۲۷	۱۶۱	۳۷۰	۲۷۷

منبع: BP Energy Outlook, ۲۰۲۰

۲) مبانی نظری تحقیق

۲-۱) رابطه مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی با انتشار گازهای گلخانه ای

دی‌اکسیدکربن و اکسیدهای سولفور دو نوع مهم ازآلاینده ها هستند که در ادبیات بیشتر، استفاده می‌شود. دی‌اکسیدکربن نقش مهمی در بحث های مربوط به محیط زیست و توسعه پایدار دارد و به عنوان عامل اصلی گرمایش جهانی تشخیص داده‌شده است.این دوگاز مستقیما به استفاده از انرژی، که عامل اساسی در اقتصادجهانی برای تولید و مصرف می‌باشد، مرتبط هستند. بنابراین رشد اقتصادی و انتشار این گازها کاربردهای مهمی برای سیاست‌های اقتصادی و زیست محیطی دارند.کشورهای توسعه نیافته و درحال توسعه خواهان رسیدن به رشد اقتصادی مطلوب برای‌گذار از شرایط موجود هستند. این موضوع اغلب به ایجاد زیان‌های زیست محیطی(انتشار حجم بیشتری از آلاینده‌ها) می‌انجامد. آلودگی هوا به عنوان یکی از ابعاد آلودگی‌های زیست محیطی، به صورت باران‌های اسیدی و یا گرم شدن کره زمین نمایان می‌شود.از یک سو، یکی از شاخص‌های تخریب محیط زیست انتشارگازهای آلاینده و ایجاد آب و هوای ناپایدار است. از سوی دیگر، رشد اقتصادی پیامدهای ناگواری به خصوص در زمینه

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

محیط زیست به همراه داشته است، زیرا بستر بیشتر فعالیت‌های اقتصادی محیط زیست است و در حقیقت محیط زیست و رشد اقتصادی به یکدیگر وابسته‌اند. لذا جهان شاهد تغییرات زیست محیطی بزرگ و نامطلوبی همانند افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG)[۱] شده است. انتشار گازهای گلخانه‌ای به ویژه انتشار CO_2، یکی از دلایل اصلی گرم شدن کره زمین به شمار می‌آید (لطفعلی پور و همکاران،۱۳۹۱).

مصرف انرژی منبع اصلی گرمایش جهانی و عامل اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای است. بنابراین کاهش مصرف انرژی به کاهش انتشار CO_2 می انجامد. از سویی ممکن است حرکت به سمت اهداف پروتکل کیوتو به منظور کاهش انتشار، رشد اقتصادی را کاهش دهد.به عبارتی دیگر توسعه اقتصادی و مصرف انرژی به هم وابسته‌اند؛ چرا که با افزایش مصرف انرژی در صورت بهره‌وری، توسعه اقتصادی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، افزایش کارایی‌که به صرفه جویی در مصرف انرژی منجر می‌شود، نتیجه توسعه اقتصادی است (کفایی وآقائیان، ۱۳۹۵). بنابراین به نظر می‌رسد که دو هدف اثر اقتصادی و حفظ محیط زیست در تعارض با یکدیگر قرار دارند. برای حل این تعارض، فرضیه منحنی زیست‌محیطی‌کوزنتس (EKC)[۲]در سال ۱۹۹۱ مطرح گردید. منحنی زیست محیطی کوزنتس فرضیه‌ای است که رابطه بین شاخص‌های محیط زیست و درآمد سرانه را بیان می‌نماید. مفهوم زیست‌محیطی‌کوزنتس در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسط گروهمن و گروگر مطرح گردید. این فرضیه بیان می‌کند که شکل این منحنی به شکل U معکوس می‌باشد و در ابتدا بر اثر افزایش درآمد سرانه، میزان آلودگی افزایش می‌یابد ولی پس از رسیدن به سطح خاصی از درآمدسرانه، آلودگی کاهش می‌یابد. طرفداران منحنی زیست محیطی کوزنتس استدلال می‌کنند در سطح بالاتر توسعه، تغییرات ساختاری به سمت صنایع و خدمات اطلاعات بر[۳] متمایل می‌گردد. همچنین با افزایش توسعه یافتگی، آگاهی در خصوص مسائل محیط زیست بالا رفته و موجب وضع قوانین بهبود محیط زیست می‌شودکه

[۱] . Greenhouse Gases (GHG)
[۲] . Environmental Kuznets Curve (EKC)
[۳] . Information-Intensive

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

آن هم باعث استفاده از تکنولوژی‌های بهتر و روزآمد و صرف مخارج بیشتر برای حفظ محیط زیست شده و کیفیت محیط زیست بالا می‌رود. همچنین پیشرفت تکنولوژی و تغییر در ترکیب کالاهای تولیدی و ترکیب نهاده‌ها، شامل جانشینی نهاده‌های کمتر آلوده کننده بجای نهاده‌های مخرب محیط زیست، باعث کاهش آلودگی می‌شود (فلاحی و حکمتی،۱۳۹۲).

۲-۲) منحنی زیست محیطی کوزنتس(EKC)

در ادبیات اقتصادی ، ارتباط میان درآمد سرانه (تولید ناخالص داخلی سرانه) و تخریب محیط زیست به شکل U معکوس به منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) معروف است. علت نامگذاری آن به دلیل شباهتی است که بین الگوی نابرابری درآمد ارائه شده توسط سیمون کوزنتس و این رابطه U معکوس که بین آلودگی و درآمد دیده می‌شود وجود دارد. سیمون کوزنتس –برنده جایزه نوبل – در مطالعه‌ای بین درآمد و نابرابری درآمد رابطه‌ای به شکل U معکوس پیدا کرد. فرضیه مشهور کوزنتس بیان می‌کند که رابطه ای به شکل U معکوس بین درآمد و نابرابری آن وجود دارد و با توجه به این فرضیه ، درجه نابرابری ابتدا افزایش و سپس با رشد اقتصادی کاهش می‌یابد. اولین توجیه نظری در این رابطه توسط کوزنتس در سال ۱۹۵۵ ارائه شد. وی معتقد به یک جا به جایی جمعیتی یا مهاجرت از بخش کشاورزی به بخش صنعتی بود. به اعتقاد وی در بخش کشاورزی، نابرابری و سطح درآمد برعکس بخشِ رقیب، پایین است. اما با توسعه بیشتر، درآمدها افزایش ولی نابرابری کاهش می‌یابد. در دهه ۱۹۹۰ با مشاهده شواهدی مبنی بر وجود رابطه بین شاخص‌های مختلف تخریب محیط زیست و درآمد سرانه به شکل U معکوس، شبیه رابطه موجود بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد در منحنی کوزنتس اولیه، منحنی کوزنتس در مطالعات مربوط به محیط زیست نیز وارد و رابطه مذکور بین رشد اقتصادی و شاخص های مربوط به آلایندگی (کیفیت محیط زیست) به صورت U معکوس، به منحنی زیست محیطی کوزنتس معروف شد و امروزه در ادبیات اقتصادی، رابطه رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست در فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس یا فرضیه انتقال

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

زیست محیطی خود را نمایان می‌سازد. از اولین مطالعات در زمینه اثر رشد اقتصادی بر محیط زیست می‌توان به مطالعه گروسمن و کروگر (۱۹۹۱)[۱] اشاره کردکه به منظور ارزیابی اثرات زیست محیطی تجارت آزاد آمریکای شمالی[۲] مطالعه‌ای را انجام دادند و توسط رابطه‌ای رگرسیونی ارتباط میان آلودگی و رشد اقتصادی را بررسی کردند. نتیجه بررسی‌ها ، وجود یک رابطه به شکل U وارونه میان آلودگی هوا و تولید ناخالص داخلی را نشان داد. البته در برخی از مطالعات به جای شاخص های آلودگی از شاخص مصرف انرژی استفاده نموده‌اند از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعه کل، راینر و بتیز(۱۹۹۷)[۳] اشاره نمود که از داده های جدیدتر مشتمل بر مجموعه‌ای گسترده از انواع گازهای آلاینده و مصرف انرژی برای اثبات فرضیه کوزنتس درکشورهای پیشرفته استفاده کرده‌اند و به این نتیجه رسیدندکه بسیاری ازکشورهای پیشرفته از نقطهٔ اوج انتشارآلاینده‌های دی اکسید نیتروژن، ذرات ریز معلق در هوا و منواکسیدکربن گذشته‌اند و در این کشورها انتشار این آلاینده ها با افزایش درآمد در حال کاهش است اما در همین کشورها انتشار co_2 و مصرف انرژی با افزایش درآمد به طور یکنواختی افزایش پیدا می‌کنند(مزینی و مراد حاصل، ۱۳۸۹).

عده‌ای از محققان بر این اعتقاداندکه فعالیت‌های اقتصادی به طورکلی برای محیط زیست مضر بوده وسبب تخریب محیط زیست می‌گردد. در مقابل محققان دیگری اعتقاد دارندکه فعالیت و رشد اقتصادی در مراحل بالاتر سبب منتفع شدن محیط زیست شده وسبب کاهش آلودگی محیط زیست خواهدشد. در نظرآنها افزایش در درآمد سرانه و رشد اقتصادی با افزایش تقاضا برای محیط زیست سالم همراه بوده و اهمیت حمایت و حفاظت از محیط زیست سالم را در برنامه ریزی های سیاستی آنها افزایش می‌یابد . رشد اقتصادی اغلب با افزایش در سهم تولیدات صنعتی همراه می‌باشد. رشد اقتصادی مبتنی بر افزایش تولیدات صنعتی به دلیل مصرف بالای انرژی این بخش با تخریب بیشتر محیط زیست به خصوص با انتشار گاز دی‌اکسیدکربن همراه

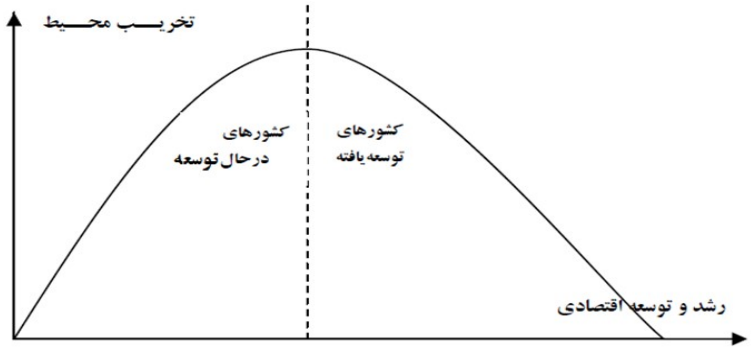
---

[۱] . Grossman and kruger(۱۹۹۵)
[۲] . The North American Free Trade Agreement (NAFTA)
[۳] . Rainer and Betiz(۱۹۹۷)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

است. گاز دی‌اکسیدکربن به عنوان یکی از مهمترین منابع آلودگی هوا و عامل اصلی گرم شدن زمین معرفی شده و از طریق وضع قوانین ومقررات کنترل آلودگی، تلاش گسترده‌ای در جهت کاهش این منبع آلودگی صورت گرفته است (ابراهیمی وآل مراد جبدرقی، ۱۳۸۹).

طرفداران فرضیه زیست محیطی کوزنتس(EKC) معتقدند که در سطوح بالای توسعه ساختار اقتصادی به سمت صنایع و فناوری های نوین وخدمات حرکت می‌کند و ترکیب نهاده‌ها و انرژی‌های آلاینده اصلاح می‌شود و به تدریج آگاهی نسبت به محیط زیست بالا میرود و قوانین زیست محیطی مفیدتری وضع واجرا شده و مخارج مصرف شده در جهت حفظ و ارتقای محیط زیست افزایش می‌یابد(بهبودی و همکاران ، ۱۳۸۹). لذا در مراحل بالاتر توسعه اقتصادی بعد از گذر از نقطه بیشینه در تخریب محیط زیست با افزایش درآمد سرانه، تخریب محیط زیست کاهش می یابد. در شکل (۱) فرضیه EKC به صورت نموداری نشان داده شده است.



شکل(۱). منحنی زیست محیطی کوزنتس[۱]

به طورکلی اقتصاددانان سازوکارهای منحنی زیست محیطی کوزنتس را در قالب سه اثرمقیاس، اثرساختاری و اثرفنی تحلیل می‌کنند. همزمان که در اثر مقیاس رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب زیست محیطی بر حسب مقیاس فعالیت‌های اقتصادی بحث می‌شود، در اثر ساختاری به فرآیند تبدیل ساختارکشاورزی به ساختار صنعتی آلاینده و سپس به ساختار صنعتی متمرکز

[۱] .نصراللهی (۱۳۸۹)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

با آلایندگی کمتر تمرکز می‌شود. اثرفنی نیز حکایت از آن دارد که در مراحل پایین رشد اقتصادی، فنون‌های تولید همراه با تولید آلودگی هستند. اما در مراحل بالای توسعه اقتصادی با فن آوری‌های غیر آلاینده و تصفیه کننده‌ها، فرآیند تولید همراه با ایجاد آلودگی نمی‌باشد (استوکی[۱]، ۱۹۹۸).

۳-۲) رابطه تجارت با انتشار گازهای گلخانه‌ای

در اواخر دهه ۷۰ میلادی مسائل مربوط به تجارت و محیط زیست اوج گرفت و نشست‌های متعددی برگزار شد که در آن گروههای مخالف و موافق تجارت آزاد نظرات خود را مطرح کردند. گروه‌های مخالف تجارت آزاد متعقد هستند که با آزادسازی تجاری حجم فعالیت‌های اقتصادی افزایش و استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر به شکل نامناسبی افزایش می‌یابد. از سویی دیگر با بازتر شدن اقتصادها، رقابت بنگاه های داخلی و رقبای خارجی افزایش یافته و محیط زیست در اولویت‌های بعدی قرار می گیرد. گروه موافق، بازتر شدن اقتصاد را حتی عاملی برای ارتقای کیفیت محیط زیست معرفی کرده‌اند. به اعتقاد این گروه، آزادسازی تجاری و افزایش فشارهای رقابتی، به استفاده بهینه و کاراتر از منابع انرژی منجر شده و باکاهش اتلاف انرژی، انتشار گازهای آلاینده کاهش می‌یابد. این گروه سیاست آرمانی را حذف تجارت نمی دانند، چراکه معتقدند با افزایش تجارت و بهره مندی از رفاه بالاتر، تمایل به داشتن محیط زیست سالم تر نیز افزایش می‌یابد. در مطالعه گروسمن و کروگر (۱۹۹۱) آثار آزادسازی تجاری بر محیط زیست، ترکیب وفناوری تفکیک شده‌است. آنها اثرمقیاس را بیانگر تغییر دراندازه فعالیت‌های اقتصادی، اثرترکیب رابیانگر تغییر در ترکیب یا سبدکالاهای تولیدی و اثرفناوری را بیانگر تغییر در فناوری تولید به ویژه تغییر به سمت فناوری‌های پاک معرفی کردند. بنابراین اثرمقیاس تاثیر منفی و اثرفناوری تاثیر مثبت بر کیفیت محیط زیست خواهد داشت. تاثیر اثرترکیب به نوع مزیت نسبی بستگی دارد. اگر کشوری درکالاهای آلاینده مزیت داشته‌باشد و

---

۱. Stokey

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

درتولید آنها تخصص یابد، در آن صورت اثرترکیب به واسطه تغییر ترکیب کالاهای تولیدی کشور به سمت کالاهای آلاینده، آثار منفی بر محیط زیست بر جای می‌گذارد.به طور کلی به دنبال آزادسازی تجاری، اگر اثرفناوری بر اثر مقیاس و ترکیب (در حالتی که کشور مزیت نسبی در صنایع آلاینده دارد) غالب شود و یا اگر اثر فناوری و ترکیب بر اثرمقیاس(در حالتی که کشور مزیت نسبی در تولید کالاهای پاک دارد)غالب شود در آن صورت آزادسازی تجاری به نتایج زیست محیطی مثبت منجر می شود. در ادبیات تجارت و محیط زیست، فرضیه-ای به نام پناهگاه آلایندگی مطرح می‌شود. این فرضیه بیان می‌کندکه کشورهای توسعه یافته برای آنکه سیاست‌های زیست محیطی شدیدتری نسبت به کشورهای در حال توسعه اعمال می‌کنند، از این رو صنایع آلاینده فعال در کشورهای توسعه یافته، عملیات و فرآیند تولید را از کشور خود به کشورهای درحال توسعه منتقل کرده و آنها را به پناهگاهی برای جذب صنایع آلاینده تبدیل می‌کنند.تبدیل کشورهای در حال توسعه به پناهگاه آلایندگی به علت قوانین زیست محیطی محدودتر، با توجه به دسترسی آنها به مزیت نسبی قابل توجیه است؛ چراکه براساس نظریه مزیت نسبی، کشورها در تولید کالاها وخدماتی تخصص می‌یابندکه به طور نسبی آن کالاها یا خدمات را با هزینه کمتری نسبت به کشورهای دیگر تولیدکنند. از این رو وضع استانداردهای زیست محیطی پایین در یک کشور به عنوان منبع مزیت نسبی مطرح و عاملی جهت انتقال صنایع آلاینده به این کشورها باشد در آن صورت فرضیه پناهگاه آلایندگی تایید می شود.این نظریه در مورد کشورهای نفتی بسیار دارای اهمیت است؛ زیرا با اجرای مصوبات کنوانسیون‌های آب و هوا و به ویژه پروتکل کیوتو در مورد کاهش انتشارگازهای گلخانه ای در کشورهای توسعه یافته؛ ممکن است در آینده انتقال صنایع انرژی بر به کشورهای نفتی و همچنین توسعه صنایع موجود آنها از لحاظ وجود مزیت نسبی این کشورها، به شدت مورد توجه قرارگیرد.این سیاست اگر چه منافع کوتاه مدت برای کشورهای نفتی را به همراه خواهدداشت ولی در بلند مدت آنها را به کشورهای آلاینده شدید تبدیل می‌کند.در مقابل

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

توبی[۱] استدلال می کند که اگر چه به صورت مطلق ، هزینه پرداخت شده توسط بعضی از بنگاه های اقتصادی درکشورهای توسعه یافته بابت حفاظت از محیط زیست زیاد به نظر می‌رسد ولی این هزینه‌ها معمولاکمتر از ۲ درصد هزینه‌های کل بنگاه‌ها را به خود اختصاص می‌دهند. از این روکاهش رقابت پذیری بنگاه‌ها در اثر اعمال قوانین زیست محیطی شدید، بسیارکم است.استدلال دیگر برای رد فرضیه پناهگاه آلایندگی درمطالعات تجربی، وابستگی این صنایع به بازارهای داخلی در کشورهای توسعه یافته است. از طرفی، کشورهایی با قوانین زیست محیطی ملایم ممکن است دارای ویژگی‌هایی همچون نبودساختارهای مناسب، نااطمینانی، ریسک بالا و بی‌ثباتی در قوانین باشند.که وجود این ویژگی‌ها، علیرغم وجود قوانین ملایم زیست محیطی، مانع سرمایه‌گذاری و انتقال صنایع سنگین به سوی کشورهای در حال توسعه می‌شود. همچنین، برخی صنایع نیز با در نظر گرفتن اعتبار بین المللی خود و واکنش بعضی از سازمان‌های مدافع محیط‌زیست که به صورت تبلیغات منفی، سطح فروش آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهند، تمایلی به کسب مزیت نسبی از طریق انتقال صنایع آلاینده به کشورهایی با سیاست‌های ملایم نشان نمی‌دهند (کفایی وآقائیان، ۱۳۹۵).

٤-۲) رابطه شهرنشینی و انتشارگازهای‌گلخانه‌ای

شهرنشینی[۲] فرآیند انتقال جمعیت و نیروی کارکشور از مناطق روستایی به مناطق شهری بوده و عمدتا شامل ورودکشاورزان به شهر و اشتغال در بخش صنعت و همچنین مشاغل خدماتی مرتبط با آن می‌شود. به عبارتی شهرنشینی از طریق تغییر در ساختار اقتصادی و الگوهای مصرفی برای تقاضای انرژی تاثیر گذار است.این اثرگذاری از طریق چهار ساز وکار صورت می گیرد: -اول سازوکار اثرگذاری شهرنشینی بر مصرف انرژی ازطریق ارتقا، تولید در نواحی شهری و به تبع آن افزایش فعالیت‌های اقتصادی است در نتیجه آن باعث مهاجرت از روستا به شهر و انتقال نیروی کار از کشاورزی به بخش صنعت وافزایش شدت مصرف انرژی می‌شود.

---

۱. Tobey
۲. Urbanization

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

-دوم افزایش فعالیت‌های اقتصادی در شهرها، باعث افزایش انتقال مسافران و افزایش حمل و نقل درون شهری می‌شود.

-سوم به هزینه‌های زیربنایی مربوط به شهرنشینی مثل جاده، فاضلاب، شبکه ارتباطی که به انرژی نیاز داردکه فعالیت‌های ساخت وساز حدود ۴۰ درصد از تقاضای انرژی جهان را شامل می‌شود.

-چهارم شهرنشینی باعث اثر بر رفتار مصرف‌کننده‌ها و سبک زندگی آنها می‌شود.شهرنشینی و توسعه اقتصادی، منجر به ثروتمندتر شدن مردم و تغییر الگوی مصرف به استفاده از محصولات پر انرژی می‌شود (کریمی و حیدریان،۱۳۹۶).

درخصوص اثر رشد شهرنشینی برآلودگی دو دیدگاه وجود دارد. دیدگاه اول بر این باور است که افزایش شهرنشینی ساختار اقتصادی از کشاورزی به صنعت تغییرکرده و آلودگی افزایش می‌یابد.دیدگاه دوم بر این باور است که شهرنشینی موجب استفاده کاراتر از زیرساخت ها، سیستم حمل و نقل و انرژی در شهرها نسبت به روستاها بهینه‌تر شده و آلودگی کاهش می‌یابد. درمجموع رابطه بین شهرنشینی و آلودگی محیط زیست می‌تواند مثبت یا منفی باشد (فلاحی و حکمتی، ۱۳۹۲).

۵-۲) رابطه بهروری انرژی (و شدت انرژی) با انتشار گازهای گلخانه‌ای

کمیابی منابع همواره به عنوان یک محدودیت اساسی در اقتصاد از جمله در فرایند تولید مطرح بوده است؛ از این رو، بشر همواره برای ایجاد یک زندگی مطلوب نیاز به استفاده‌ای بهینه از امکانات موجود برای دستیابی به تولید بیشتر و با کیفیت بهتر دارد. پاسخگویی به این نیاز از طریق افزایش بهره‌وری امکان پذیر است، با این تعریف بهره‌وری به معنی استفاده بهینه از منابع و دستیابی به تولید بیشتر با منابع معین است. اگر مردم دقیق‌ترکارکنند و بیاموزندکه از مقدار عرضه مشخصی از نهاده‌ها تولید بیشتری انجام دهند، بهره‌وری کل عوامل تولید افزایش می‌یابد. بسیاری ازکشورها توانسته‌اند بخشی از رشد اقتصادی خود را به جای افزایش درمصرف نهاده‌ها

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

وسرمایه‌گذاری‌های جدید از طریق ارتقای بهره‌وری و استفاده بهینه از ظرفیت‌های موجود تامین می‌کنند (فلاحی و حکمتی،۱۳۹۲). امروزه جهان با مشکل گرم شدن مواجه است. به همین دلیل دانشمندان و پژوهشگران به دنبال راهکارهایی برای مقابله با این مشکل هستند، که از جمله‌ی این راهکارها می‌توان به کاهش انتشار (GHG) اشاره کرد. لذا سیاستگذاران و اندیشمندان به دنبال منابع جایگزینی هستندکه مصرف آنها با آلودگی‌های زیست محیطی کمتری همراه باشد (لی و همکاران،۲۰۱۷). در صورتی که تولیدکننده و دولت بخواهند با محدودیت های قوانین زیست محیطی که برای کاهش آلودگی با آن روبه رو هستند مقابله کنند باید بهره‌وری نهاده‌های خود بویژه بهره‌وری انرژی را افزایش دهند یا شدت انرژی را کاهش دهند.

۳) پیشینه تحقیق

- **مطالعات خارجی**

بیلدریچی و بکریتاس (۲۰۱۴)[۱] درمقاله‌ای رابطه بین مصرف نفت وگاز طبیعی و زغال‌سنگ و رشد اقتصادی درکشورهای منتخب (برزیل، روسیه، هند، چین، ترکیه و آفریقای جنوبی) در بازه زمانی ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۰ با استفاده از داده پانل و مدل (ARDL) پرداخته‌اند، متغیرهای پژوهش مصرف نفت، گاز طبیعی، زغال سنگ و رشداقتصادی بوده است. نتایج نشان می‌دهدکه مصرف گاز طبیعی در برزیل، روسیه وترکیه به‌سرعت در حال رشد است که در این شرایط، ساختار مصرف انرژی دراین کشورها را در طول زمان تغییر خواهد داد.

منگ و همکاران (۲۰۱۷)[۲] به بررسی اثرات سرریز فضایی در تعیین میزان رشد انتشار منطقه‌ای CO_2 کشور چین در بازه زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ با استفاده از روش داده–ستاده پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات در اکثر مناطق با متغیرهای توضیحی شامل ساختار مخارج نهایی، مقیاس ساختار تقاضای نهایی و مقیاس صادرات اثرات محیطی مثبت در کاهش انتشار CO_2 به

[۱] . Melike and Bakirtas (۲۰۱٤)
[۲] . Bo Meng, Jianguo Wang Robbie Andrew Hao Xiao(۲۰۱۷)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

عنوان متغیر وابسته در مناطق دیگر دارند. علاوه بر این، اثر کل سرریز از سایر مناطق، از اثر بین منطقه‌ای در تعیین رشد انتشار منطقه‌ای بزرگ‌تر است.

سو و لی (۲۰۱۷)[۱] با استفاده از مدل داده-ستاده و تجزیه ساختاری انتشارکربن سنگاپور در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ پرداخته‌اند. متغیرهای تحقیق شامل متغیر وابسته CO_2 و متغیرهای توضیحی صادرات، سرمایه ثابت، مصرف انرژی بخش خصوصی، مصرف انرژی دولت، تغییر در موجودی سرمایه می باشد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، صادرات تقریباً دوسوم کل انتشار دی‌اکسیدکربن را به خود اختصاص داده و رشد تولید گازهای گلخانه‌ای آن در دهه گذشته عمدتاً براساس صادرات بوده است. انتشارگازهای گلخانه‌ای با افزایش صنایع صادراتی و حجم صادرات افزایش یافته است.

لین وهمکاران (۲۰۱۷)[۲] در تحقیق تجربی تأثیر شهرنشینی وتوسعه اقتصادی بر انتشار CO_2 درکشورهای با درآمدکم، متوسط و بالا: براساس مدل $STIRPAT$ توسعه‌یافته دربازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۳ پرداخته‌اند، متغیرهای توضیحی مورد استفاده در این تحقیق، تولید ناخالص-داخلی، بهره‌وری، نرخ شهرنشینی، نرخ اشتغال شهری، میزان صنعتی‌شدن، شدت انرژی و متغیر وابسته انتشار دی‌اکسیدکربن بوده است. نتایج بررسی نشان‌می‌دهدکه شهرنشینی وتوسعه اقتصادی تأثیر منفی برانتشار CO_2 درکشورهای با درآمد پایین دارند. سرعت بخشیدن به شهرنشینی وتوسعه اقتصادی باعث افزایش قابل‌توجهی در انتشار CO_2 نمی‌شود.

چائویه و لیائو (۲۰۱۷)[۳] تأثیر جمعیت و رشداقتصادی برانتشارکربن درتایوان در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ با استفاده از روش تحلیلی $STIRPAT$ که شامل متغیر وابسته دی‌اکسیدکربن ومتغیرهای توضیحی جمعیت، تولید ناخالص داخلی، شدت‌انرژی و بهره‌وری موردبررسی قرارداده‌اند. نتایج نشان می‌دهد جمعیت تایوان عاملی برای افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن و افزایش GDP باعث کاهش در انتشار CO_2 شده است.

---

[۱] . Bin Su, B.W. Ang, Yingzhu Li(۲۰۱۷)
[۲] . Lin, S. Wang, S. Marinova, Dora Zhao, D. Hong, J.(۲۰۱۷)
[۳] . Jong-Chao Yeh, Chih-Hsiang Liao(۲۰۱۷)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

لی و سو (۲۰۱۷)[۱]در مقاله‌ای نقش گاز طبیعی وانرژی‌های تجدیدپذیر درجلوگیری از انتشار دی‌اکسیدکربن در ایالات‌متحده در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ با استفاده ازداده های سری زمانی ومدل (VAR) مورد بررسی قرار دادند. متغیرهای تحقیق شامل انتشار دی‌اکسیدکربن مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، مصرف گاز طبیعی و رشد اقتصادی بوده است. نتایج نشان می‌دهد مصرف گاز طبیعی در ابتدا (کوتاه‌مدت) موجب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد شد، اما در بلندمدت، کاهش قابل‌توجهی در میزان انتشارگازهای گلخانه‌ای دارد. همچنین یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر راه‌حلی مؤثر برای کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن محسوب می‌گردد.

ژو و لی (۲۰۱۸)[۲] به بررسی تفاوت انتشار CO_2 در بخش حمل‌ونقل در سراسر استان‌های چین در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ با استفاده از مدل رگرسیون کمی که شامل متغیر وابسته دی اکسیدکربن و متغیر های توضیحی تولیدناخالص داخلی،جمعیت، شدت انرژی، نرخ شهرنشینی می شود پرداخته‌اند، نتایج نشان می‌دهدکه تأثیر رشد اقتصادی بر انتشار CO_2 در بعضی از استان‌های در چین، به دلیل تفاوت در سرمایه‌گذاری ثابت وسایل نقلیه موتوری بالاتر از سایر استان‌ها است. نتایج نشان می‌دهدکه اثر رشد اقتصادی بر تولیدگازهای گلخانه‌ای دی-اکسیدکربن در ۵۰ استان با تراکم جمعیت بیشتر به دلیل تفاوت در سرمایه‌گذاری ثابت و وسایل نقلیه موتوری بیشتر از سایر استان‌ها است. شدت انرژی به دلیل متفاوت بودن بودجه تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری‌های پرسنلی در زمینه تحقیق مشابه ، داستان مشابهی دارد. تأثیر شهرنشینی نیز به دلیل تفاوت در انباشت سرمایه انسانی و فناوری ثبت اختراع بیشتر است.

ژو و لین (۲۰۱۹)[۳] در مقاله‌ای به بررسی تاثیر گسترش مصرف گاز طبیعی برکاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای برای کشور چین با استفاده از داده‌های پانل در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵پرداخته‌اند، برای بررسی عوامل اثرگذار بر انتشار دی‌اکسیدکربن به عنوان متغیر وابسته و

---

۱. Rongrong Li and Min Su(۲۰۱۷)
۲. *Bin Xu, Boqiang Lin(2018)*
۳. Xu and Lin, (۲۰۱۹)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

متغیرهای توضیحی جمعیت، تولید ناخالص داخلی، بهره‌وری، نرخ شهرنشینی، درجه صنعتی-شدن، مصرف گاز طبیعی از مدل‌های رگرسیون افزایشی غیر پارامتری استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهدکه مصرف گاز طبیعی یک اثر غیرخطی "U" شکل معکوس بر انتشار co_2 در منطقه شرقی دارد اما یک اثر غیرخطی "U-شکل گرفته " مثبت در مناطق مرکزی و غرب دارد. تأثیر مصرف گاز طبیعی بر انتشار co_2 در مناطق شرقی و مرکزی به علت تفاوت در دسترسی منابع و قیمت انرژی و نیز مصرف گاز طبیعی، بیشتر از منطقه غربی است.

لین و آگیمان (۲۰۲۰)[۱]در مطالعه‌ای به بررسی مصرف گاز طبیعی بر انتشار دی‌اکسید کربن کشورهای زیر صحرای افریقا طی دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۷ با روش رگرسیون ناپارامتریک جمعی[۲] پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد، اثر خطی مصرف گاز طبیعی به صورت مثبت بر انتشار دی‌اکسید کربن تأثیر می‌گذارد، در حالی که اثر غیرخطی نشان دهنده یک اثر کاهشی در روند انتشار دی‌اکسید کربن به دنبال مصرف گاز طبیعی است.

پیجوویچ و همکاران (۲۰۲۱)[۳]در مطالعه خود با بکارگیری یک مدل خودتوضیحی برداری پنل (PVAR)[۴] به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار CO_2 درکشورهای اتحادیه اروپا و حوزه بالکان غربی پرداخته‌اند. یافته‌های تحقیق در کشورهای مورد بررسی نشان می‌دهد، ۱) رابطه دوسویه مثبت بین انتشار CO_2 و تولید ناخالص داخلی وجود دارد. ۲) رابطه دوسویه منفی بین انتشار CO_2 و مصرف انرژی تجدیدپذیر وجود دارد. ۳) هیچ رابطه علی بین تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی تجدیدپذیر یافت نشد. و ۴) علامت رابطه از سوی تولید ناخالص داخلی به انتشار CO_2 منفی است، در حالی که در علامت آن در عکس رابطه، مثبت است.

۱ . Lin, & Agyeman, (۲۰۲۰)
۲ . nonparametric additive regression(NPAR)
۳ . Pejović and et.,al (۲۰۲۱)
٤ . Panel Vector Autoregressive

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

وو و همکاران (۲۰۲۱)[۱] در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط بین مصرف گاز طبیعی، رشد اقتصادی و انتشار CO_2 در کشور چین پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد، در سطح ملی، مصرف گاز طبیعی موجب بهبود رشد اقتصادی و کاهش انتشار CO_2 (هرچند با سهم ناچیز) می‌شود. در سطح منطقه‌ای، نتایج تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر دارد، اما بطور کلی، با افزایش سهم مصرف گاز طبیعی از کل مصارف انرژی، کاهش انتشار CO_2 شدت می گیرد.

- مطالعات داخلی

بهبودی و برقی گلعذانی(۱۳۸۷) در تحقیقی اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران را با استفاده از داده‌های سری زمانی سال‌های ۱۳۴۶-۱۳۸۳، به روش آزمون همگرایی بلندمدت یوهانسون – جوسیلیوس بررسی کردند. متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن، تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ ، شدت مصرف انرژی، نرخ رشدکل جمعیت و جمعیت شهرنشینی بوده است. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که، یک درصد افزایش درشدت استفاده از انرژی باعث افزایش ۰.۹۲ درصدی انتشار سرانه ی گاز دی‌اکسیدکربن وآلودگی محیط زیست می شود. هم چنین با افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی سرانه، انتشار سرانه‌ی گاز دی‌اکسیدکربن به مقدار ۱.۳۱ درصد افزایش یافته است.

قلی زاده و زحمتکش (۱۳۸۹)، به بررسی تأثیر مصرف گاز طبیعی بر انتشار دی‌اکسیدکربن بااستفاده ازمنحنی کوزنتس زیست‌محیطی بلندمدت، برای ایران در بازه زمانی ۱۳۵۶-۱۳۸۶ شامل متغیرهای انتشار دی‌اکسیدکربن، ذخایر اثبات شده گاز طبیعی، قیمت گاز طبیعی، ضریب جینی، جمعیت و رشداقتصادی و با استفاده از الگوی زیست محیطی کوزنتس پرداخته اند. یافته های تحقیق نشان می‌دهد یک رابطه U معکوس بین رشد درآمد و انتشارگاز co_2 در کوتاه‌مدت و بلندمدت در ایران وجود دارد. یکی از برآوردها ضریب ۳۹ درصدی مصرف گازطبیعی می‌باشدکه با توجه به این ضریب در اثر افزایش یک واحد مصرف گازطبیعی ۳۹

[۱] . Wu and et., al (۲۰۲۱)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

درصد واحد انتشارگازCO_2 افزایش و مصرف گازطبیعی همراه با افزایش جمعیت و تولید ناخالص داخلی افزایش یابد.

ترابی و همکاران (۱۳۹۴)، به بررسی تاثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی بر انتشارگازهای گلخانه‌ای در ایران برای دوره زمانی ۱۳۵۰-۱۳۹۰ براساس منحنی زیست محیطی کورنتس و روش خودتوضیح با وقفه‌های گسترده که شامل متغیرهای:سرانه مصرف سوخت، تولیدناخالص ملی حقیقی‌سرانه، شاخص درجه باز بودن اقتصاد، تولیدناخالص داخلی‌سرانه، ارزش واقعی صادرات و واردات و خدمات پرداخته اند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد مصرف سرانه انرژی، ناخالص داخلی سرانه واقعی، درجه باز بودن اقتصاد تاثیر مثبت و معناداری بر میزان انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن دارد.

پناهی و همکاران (۱۳۹۶)، به بررسی تاثیر شهرنشینی برانتشار دی‌اکسیدکربن دربازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ برای ۴۲ کشور عضو سازمان کنفرانس های اسلامی بااستفاده از رهیافت پنل دیتا وکاربرد مدل STIRPAT شامل متغیرهای: انتشار سرانه دی اکسیدکربن، جمعیت شهرنشین، تولیدناخالص داخلی سرانه و شدت انرژی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در متغیرهای شهرنشینی، تولید ناخالص داخلی سرانه وشدت انرژی به ترتیب باعث افزایش ۰/۵۷، ۰/۷۴ و۰/۵۵ درصد در انتشارگاز دی‌اکسیدکربن می‌شود.

رشیدی و همکاران (۱۳۹۶)، در مطالعه‌ای خود به تحلیل عوامل تاثیر گذار بر انتشار دی-اکسیدکربن از نیروگاه‌های کشور ایران با استفاده از روش IPAT و STIRPAT شامل عوامل مبتنی بر جمعیت، ثروت وتکنولوژی در بازه زمانی سالهای ۱۳۵۹ الی ۱۳۹۱ پرداخته‌اند. متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق جمعیت، تولید ناخالص داخلی سرانه، نسبت مصرف بخش خانگی به کل مصرف انرژی، بهره وری انرژی، ساختار مصرف انرژی در نیروگاه‌ها، نسبت انرژی الکتریکی تولید شده از انرژی‌های تجدیدپذیر به کل تولید و نسبت ارزش افزوده برق به کل ارزش تولید برق بوده است. نتایج نشان می‌دهد متغیرهای جمعیت، تولید ناخالص داخلی سرانه، نسبت مصرف بخش خانگی به کل تولید تاثیر افزایشی بر انتشار دی‌اکسیدکربن

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

داشته‌اند. بر خلاف متغیرهای ذکر شده متغیرهای بهره‌وری انرژی، ساختار مصرف انرژی در نیروگاه‌ها، نسبت انرژی الکتریکی تولید شده از انرژی‌های تجدیدپذیر به کل تولید و نسبت ارزش افزوده برق به کل ارزش تولید برق اثر کاهشی بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته‌اند.

صادقی و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله خود تأثیر متغیرهای جمعیتی برکیفیت محیط‌زیست بر مبنای مدلSTIRPAT برای کشورهای گروه دی هشت از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰ مورد بررسی قرار داده‌اند. متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق اندازه جمعیت، سن جمعیت، تمرکز جمعیت و شهرنشینی، درآمد سرانه واقعی و نیز تولید ناخالص داخلی (GDP) بوده است. نتایج حاکی از آن است که اندازه جمعیت و تمرکز جمعیت، تأثیر معنی‌داری بر انتشارگازهای گلخانه‌ای ندارند. از طرفی سن جمعیت بین ۵۱ تا ۴۶ سال، شهرنشینی و درآمد سرانه واقعی به ترتیب بیشترین تأثیر را در انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن در بین کشورهای عضوگروه دی هشت از خود نشان می‌دهند.

قزوینیان و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه خود به بررسی اثر شوک‌های مصرف کل انرژی بر انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب منا با استفاده از رهیافت PVAR طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۲ و همچنین کشور ایران طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۸۵ با استفاده از روش VAR پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که شوک مصرف انرژی به‌طور متناسب ابتدا منجر به افزایش نسبتاً شدید و سپس کاهش در تولید ناخالص داخلی سرانه کشورهای منتخب منا می‌گردد و شوک مصرف انرژی ابتدا انتشار دی اکسید کربن را به‌طور ملایم افزایش داده و پس از آن منجر به کاهش آلودگی در دوره‌های بعدی و حرکت به سمت تعادل بلندمدت می‌گردد. همچنین در اقتصاد ایران یک شوک در مصرف انرژی ابتدا به شدت رشد اقتصادی افزایش یافته، پس از ۴ دوره شروع به کاهش نموده و سرانجام به سمت تعادل بلندمدت اولیه برمی‌گردد. سرانجام با یک شوک در مصرف کل انرژی، انتشار دی‌اکسیدکربن، به‌طور ملایم افزایش یافته و سپس از دوره سوم شروع به کاهش می‌نماید.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

صیادی و منجذب (۱۳۹۸) در مطالعه خود به ارزیابی تأثیر عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای عضو اوپک با تأکید بر مصرف سوخت‌های فسیلی با بکارگیر مدل غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) پرداخته‌اند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، تولید ناخالص داخلی سرانه در هر دو رژیم اثر مثبتی بر انتشار CO_2 داشته و میزان اثر مثبت آن بعد از عبور متغیر انتقال از حد آستانه‌ای کاهش یافته است. همچنین درجه شهرنشینی و مجموع تولیدات فرآورده‌های نفتی نیز اثر مثبتی بر انتشار CO_2 در هر دو رژیم داشته و میزان اثر مثبت آن بعد از عبور متغیر انتقال از حد آستانه (۴۰ درصد) در کشورهای مورد بررسی افزایش یافته است.

٤) روش‌شناسی تحقیق

داده‌های ترکیبی[۱] به یک مجموعه از داده‌ها گفته می‌شود که بر اساس آن مشاهدات به وسیلهٔ تعداد زیادی از متغیرهای مقطعی(N) که اغلب به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند، در طول یک دورهٔ زمانی مشخص (T) مورد بررسی قرار گرفته باشند. این $N \times T$ دادهٔ آماری را داده-های ترکیبی یا داده‌های مقطعی- سری زمانی[۲] می‌نامند. به عبارتی دیگر، اگر ویژگی‌های داده-های مقطعی برای دو سال یا بیشتر مورد بررسی قرار گیرند، ساختار شکل گرفتهٔ مشاهدات، مجموعهٔ داده‌های ترکیبی یا مجموعهٔ داده‌های طولی[۳] نامیده می‌شود. این مجموعه داده‌ها شامل هر مجموعه از اشیاء یا موجودات است که ویژگی‌های آن در طول زمان تکرار شود. به این دلیل که داده‌های ترکیبی در برگیرنده هر دو جنبه داده‌های سری زمانی و داده‌های مقطعی است، بکارگیری مدل‌های توضیح‌دهندهٔ آماری مناسبی که ویژگی‌های آن متغیرها را توصیف

۱ - Panel Data
۲- Time Series-Cross Section Data
۳ - Longitudinal Data

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

کند، پیچیده‌تر از مدل‌های استفاده شده در داده‌های مقطعی یا داده‌های سری زمانی است (انواری و زراء نژاد، ۱۳۸۴).

برای برآورد مدل تحقیق مراحل ذیل به ترتیب انجام می گیرند:

(الف)آزمون F لیمر[۱] برای بررسی Pooled یا Panel بودن مدل

(ب) آزمون هاسمن (۱۹۷۸)[۲] برای بررسی اثرات ثابت[۳] یا اثرات تصادفی[۴]

(ج) آزمون ریشه واحد برای بررسی مانایی متغیرها

(د) آزمون هم‌انباشتگی بین متغیرها برای بررسی وجود رابطه بلندمدت بین آنها (در صورت وجود ریشه واحد)

(ه) برآورد مدل

در ابتدا برای پی بردن به اینکه مدل مورد بررسی از نوع Pooled (مدلی مقید با قید برابری عرض از مبداءهای مقاطع) است یا Panel (مدلی غیرمقید با عرض از مبداءهای متفاوت مقاطع) از آزمون F لیمر استفاده می‌شود. آماره آزمون F لیمر عبارت است از:

(۱)

$$F = \frac{\left(R^2_{UR} - R^2_R\right)/(N-1)}{\left(1-R^2_{UR}\right)/(NT-N-K)}$$

که، N تعداد مقاطع، T دوره زمانی، K تعداد متغیرهای توضیحی، R^2_{UR} مربوط به مدل نامقید[۵] و R^2_R مربوط به مدل مقید[۶]است. بدنبال انجام آزمون F لیمر، در صورتیکه فرضیه صفر مبنی بر "مدل مقید با قید برابری عرض از مبداءهای مقاطع" رد شود آنگاه بایستی آزمون هاسمن انجام گیرد که در آن فرضیه صفر عبارت از "عدم وجود همبستگی بین اثرات فردی و متغیرهای

۱. F Limer Test
۲. Hausman Test (۱۹۷۸)
۳. Fixed Effects
٤. Random Effects
٥. Unrestricted Model
٦. Restricted Model

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

توضیحی" بوده و فرضیه مقابل نیز عبارت از "وجود همبستگی بین اثرات فردی و متغیرهای توضیحی" است. در صورتیکه فرضیه صفر آزمون هاسمن رد شود آنگاه تخمین مدل با روش اثرات ثابت خواهد بود[۱]. آماره آزمون هاسمن دارای توزیع کای – دو با درجه آزادی به تعداد متغیرهای مستقل(K-۱) است.

$$h = \chi^2_{(K-1)} = [b-\hat{\beta}]'\hat{\phi}^{-1}[b-\hat{\beta}] \quad (۲)$$

$$Var[b-\hat{\beta}] = Var[b] - Var[\hat{\beta}] = \phi \quad (۳)$$

که در آن b ضرایب حاصل از روش اثرات ثابت و $\hat{\beta}$ ضرایب حاصل از روش اثرات تصادفی و φ ماتریس واریانس – کوواریانس ضرایب است. بعد از انجام آزمون‌هایF لیمر و هاسمن، آزمون ریشه واحد برای بررسی مانایی متغیرها انجام می‌گیرد که برای این منظور از دو آزمون ایم، پسران و شین (IPS)[۲] و لوین، لیم و چو (LLC)[۳] استفاده می‌شود. در صورت تایید وجود ریشه واحد متغیرها، آزمون هم‌انباشتگی پانل برای بررسی ارتباط بلندمدت بین متغیرها انجام می‌گیرد. برای این منظور از آزمون پدرونی[۴] استفاده می‌شود. این آزمون از هفت آماره برای انجام هفت آزمون استفاده می‌کند که چهار مورد از آنها بر مبنای آزمون‌های درون‌گروهی بوده و سه مورد دیگر بر مبنای آزمون‌های بین‌گروهی هستند. نهایتاً بعد از انجام آزمون‌های فوق، برآورد مدل صورت می‌گیرد.

در این پژوهش با استفاده از مطالعه لین و همکاران (۲۰۱۷) ، ژو و لین(۲۰۱۸) و متغیرهای توضیحی که در تحقیقات گذشته و در پیشینه تحقیق به آن اشاره شده است به شکل زیر است:

$$LCO_{۲it} = L\alpha + \beta_۱(\mathrm{LGDP_{it}}) + \beta_۲(\mathrm{LENE_{it}}) + \beta_۳(\mathrm{LURB_{it}}) + \beta_٤(\mathrm{LGAS_{it}}) + \beta_٥(L\mathrm{PEC_{it}}) + \beta_٦(\mathrm{LOPP_{it}}) + \varepsilon_{it} \quad (۴)$$

---

۱. سوری (۱۳۹۲)

۲. Im, Pesaran and Shin (IPS)
۳. Levin, Linn and Chu(LLC)
٤. Pedroni Test

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

که β_1، β_2، β_3، β_4، β_5 و β_6 به ترتیب نشان دهنده حساسیت (کشش) متغیر وابسته نسبت به تغییر در متغیرهای توضیحی است.

LCO_{2it}: لگاریتم انتشاردی‌اکسیدکربن میزان انتشار دی‌اکسیدکرین سرانه کشور iام در سال tام، که از نسبت دی اکسیدکربن بر جمعیت هرکشور به دست می‌آید.

$LGDPL_{it}$: لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه: شامل میزان تولید ناخالص داخلی سرانه کشور iام در سال tام، که از نسبت تولید ناخالص داخلی بر جمعیت به دست می‌آید. از لحاظ نظری انتظارداریم ارتباط بین تولید ناخالص سرانه و میزان انتشار دی اکسید کربن مثبت باشد.

$LENE_{it}$: لگاریتم بهره‌وری انرژی: شامل بهره‌وری انرژی کشور iام در سال tام،که از نسبت تولید ناخالص داخلی برکل مصرف انرژی هرکشور به دست می‌آید. از لحاظ نظری انتظار داریم بین بهره‌وری انرژی و میزان انتشار دی اکسید کربن منفی باشد.

$LURB_{it}$: لگاریتم نرخ شهرنشینی است که شامل نرخ شهرنشینی کشور iام در سال tام،که از نسبت جمعیت شهری بر جمعیت هرکشور به دست می‌آید. از لحاظ نظری ارتباط بین نرخ شهرنشینی بر انتشار دی اکسید کربن مبهم است.

$LGAS_{it}$: لگاریتم مصرف سرانه گاز طبیعی: شامل مصرف سرانه گاز طبیعی در کشور iام در سال tام،که از نسبت مصرف گاز بر جمعیت هرکشور به دست می‌آید. از لحاظ نظری ارتباط بین مصرف سرانه گاز طبیعی و میزان انتشار دی اکسید کربن منفی باشد.

$LPEC_{it}$: لگاریتم مصرف سرانه سایر انرژی‌ها: شامل مصرف سرانه انرژی کشور iام در سال tام،که از نسبت کل مصرف انرژی بر جمعیت هرکشور به دست می‌آید. از لحاظ نظری ارتباط بین مصرف سرانه سایر انرژی‌های فسیلی (به جز گاز طبیعی) با میزان انتشار دی اکسید کربن مثبت است.

$LOPP_{it}$: لگاریتم درجه بازبودن اقتصاد: شامل صادرات و واردات کشور iام در سال tام،که از نسبت صادرات و واردات بر تولید ناخالص داخلی هرکشور به دست می‌آید. از لحاظ نظری ارتباط بین درجه باز بودن اقتصاد و میزان انتشار دی اکسید کربن مبهم است. ε_{it}: جزء اخلال مدل می‌باشد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۵) داده‌ها و تحلیل یافته‌های پژوهش

۵-۱) داده‌های تحقیق

جامعه آماری مورد مطالعه گروهی از کشورها باشدت مصرف انرژی بالا و پایین و بازه زمانی پژوهش ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ می‌باشد که بر اساس اطلاعات موجود در سایت بانک جهانی[۱] و سایت BP[۲] گردآوری شده است. مدل مورد استفاده در این تحقیق شامل متغیر وابسته انتشارسرانه دی‌اکسیدکربن و متغیرهای توضیحی نرخ شهرنشینی، بهره‌وری انرژی (شدت انرژی)، تولید ناخالص داخلی سرانه، درجه باز بودن اقتصاد، مصرف سرانه سایر انرژی‌ها ، مصرف سرانه گاز طبیعی می‌باشد.

۵-۲) نتایج آزمون ریشه واحد

پیش از شروع فرایند ارزیابی مدل، لازم است تا ویژگی مانایی متغیرهای تحقیق به جهت حصول اطمینان از عدم شکل گیری رگرسیون کاذب مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق برای بررسی مانایی متغیرهای هر دو گروه کشور مورد بررسی از دو آزمون لوین، لین و چو (LLC,۲۰۰۲)[۳] و ایم، پسران و شین (IPS, ۲۰۰۳)[۴] استفاده شده است. نتایج آزمون‌های مانایی مورد استفاده در این تحقیق برای هر دو گروه کشور با شدت انرژی متفاوت بیانگر این است که متغیرهای مورد استفاده در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بوده (رد فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در سطح آماری ۵ درصد) و لذا مشکلی برای ادامه فرآیند برآورد مدل تحقیق وجود ندارد (جدول ۲).

---

۱ . www.worldbank.org
۲ . www.bp.com
۳ . Levin, Lin and Chu (LLC)
۴ . Im, Pesaran and Shin (IPS)

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ۲- نتایج آزمون ریشه واحد LLC و IPS

متغیر	گروه کشورهای با شدت انرژی پایین				گروه کشورهای با شدت انرژی بالا			
	آزمون IPS		آزمون LLC		آزمون IPS		آزمون LLC	
	آماره	احتمال	آماره	احتمال	آماره	احتمال	آماره	احتمال
LCO_{2it}	-۲/۱۱	۰/۰۲	-۳/۲۹	۰/۰۰	-۳/۱۲	۰/۰۰	-۲/۹۳	۰/۰۱
$LGDPL_{it}$	-۳/۹۲	۰/۰۰	-۲/۹۳	۰/۰۱	-۲/۷۹	۰/۰۱	-۳/۵۵	۰/۰۰
$LENE_{it}$	-۲/۴۳	۰/۰۱	-۲/۰۴	۰/۰۳	-۲/۶۷	۰/۰۱	-۲/۲۳	۰/۰۲
$LURB_{it}$	-۲/۱۷	۰/۰۳	-۲/۴۹	۰/۰۲	-۲/۱۱	۰/۰۳	-۳/۵۲	۰/۰۰
$LGAS_{it}$	-۲/۳۹	۰/۰۲	-۲/۳۲	۰/۰۱	-۲/۳۸	۰/۰۲	-۲/۲۹	۰/۰۳
$LPEC_{it}$	-۳/۷۱	۰/۰۰	-۲/۱۲	۰/۰۲	-۳/۴۳	۰/۰۰	-۲/۵۵	۰/۰۲
$LOPP_{it}$	-۳/۲۲	۰/۰۰	-۳/۴۰	۰/۰۰	-۲/۹۲	۰/۰۱	-۳/۰۱	۰/۰۰

۳-۵) نتایج آزمون چاو

با عنایت به اینکه مطالعه بین کشوری در بازه زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۸ است برای اینکه مشخص شود از روش داده‌های تابلویی یا داده‌های ترکیبی استفاده شود از آزمون F لیمر استفاده شده است. نتایج برآورد برای کشورها با شدت مصرف انرژی بالا و پایین به ترتیب در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳ . نتایج آزمون چاو برای گروه‌های با شدت انرژی متفاوت

گروه کشورهای با شدت مصرف انرژی بالا			
آمارهF	احتمال آماره	درجه آزادی	نتیجه آزمون
۹/۷۸۵۱۷۵	۰/۰۰۴۷	۱۱	داده های تابلویی
گروه کشورهای باشدت مصرف انرژی پایین			
آمارهF	مقدارمعنی داری	درجه آزادی	نتیجه آزمون
۲۵/۴۸۵۳	۰/۰۰۰۰	۵	داده های تابلویی

منبع:یافته های پژوهش

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

٤-٤) نتایج آزمون هاسمن

در جدول ۴ نتایج آزمون استفاده از روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی به کمک آماره آزمون هاسمن استفاده شده است. آماره کای دو آزمون هاسمن برای گروه کشورهای با شدت مصرف انرژی بالا و پایین به ترتیب برابر با ۱/۷۶۲۶۱ و ۲/۶۵۹۳ است که با توجه به احتمال آماره آزمون، فرضیه صفر مبنی بر استفاده از روش اثرات ثابت در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود و فرضیه مقابل یعنی استفاده از روش اثرات تصادفی تأیید می‌شود.

٥-٥) برآورد مدل

در این بخش به تحلیل نتایج برآورد مدل تحقیق برای دو گروه کشورهای با شدت مصرف انرژی بالا و کشورهای با شدت مصرف انرژی پایین پرداخته می‌شود. کشش انتشار دی اکسیدکربن نسبت به تولیدناخالص داخلی سرانه مثبت و از لحاظ آماری معنی‌دار است این بدان معناست که به ازای یک درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی سرانه، دی‌اکسیدکربن ۱۵ صدم درصد افزایش می‌یابد.

جدول ٤. نتایج آزمون هاسمن برای گروه‌های با شدت انرژی متفاوت

گروه کشورهای با شدت مصرف انرژی بالا			
نتیجه آزمون	احتمال آماره	درجه آزادی	آماره
اثرات تصادفی	۰/۹۴۰۲	۶	۱/۷۶۲۱
گروه کشورهای باشدت مصرف انرژی پایین			
نتیجه آزمون	احتمال آماره	درجه آزادی	آماره
اثرات تصادفی	۰/۴۵۲۵	۶	۲/۶۵۹۳

منبع: یافته‌های محقق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

کشش دی‌اکسیدکربن نسبت به ضریب متغیر نرخ بهره‌وری انرژی منفی می‌باشد. این بدان معناست که به ازای ۱درصد افزایش در نرخ بهره‌وری انرژی (یا یک درصد کاهش در شدت انرژی)، انتشار دی‌اکسیدکربن هفده صدم درصدکاهش می‌یابد.

کشش انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت به متغیر شهرنشینی مثبت و معنادار است. این بدان معناست که به ازای افزایش ۱ درصد نرخ شهرنشینی، انتشار دی اکسیدکربن یازده صدم درصد افزایش می‌یابد. تأثیر مثبت و معنی دار نرخ شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسیدکربن به دلیل افزایش حمل و نقل، افزایش خانه‌های مسکونی شهری که باعث افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی می‌باشد.

کشش دی‌اکسیدکربن نسبت به ضریب متغیر مصرف سرانه گاز طبیعی منفی است. این بدان معناست که به ازای ۱درصد افزایش در مصرف سرانه‌گاز طبیعی، انتشاردی‌اکسیدکربن دوازده صدم درصدکاهش می‌یابد. این به دلیل مزایای جانشینی گاز طبیعی با سایر سوخت‌های مصرفی فسیلی که در نتیجه باعث کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن شده است. کشش دی‌اکسیدکربن نسبت به متغیر مصرف سرانه سایر انرژی‌ها مثبت است. این بدان معناست که به ازای ۱درصد افزایش در مصرف سرانه سایر انرژی‌ها، انتشار دی‌اکسیدکربن بیست و دو صدم درصد افزایش می‌یابد.که این ارتباط مثبت می‌تواند به دلیل آلایندگی سوخت‌های فسیلی از یک سو و پایین بودن تکنولوژی مورداستفاده دراین زمینه باشد. کشش دی‌اکسیدکربن نسبت به ضریب متغیر درجه باز بودن اقتصاد مثبت است. تفسیر این نتیجه می‌تواند به دلیل افزایش تولید وصادرات و انتقال تکنولوژی با آلایندگی بالا به کشورها و افزایش مصرف‌گرایی دراین کشورها باشد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول۵ . نتایج تخمین مدل برای کشورهای با شدت مصرف انرژی بالا

$$LCO_{2it} = L\alpha + \beta_1(LGDP_{it}) + \beta_2(LENE_{it}) + \beta_3(LURB_{it}) + \beta_4(LGAS_{it}) + \beta_5(LPEC_{it}) + \beta_6(LOPP_{it}) + \varepsilon_{it}$$

متغیر	ضریب	آماره t	سطح معناداری
LGDPL$_{it}$	۰/۱۵۹۵۲۷	۲/۲۶۵۵۵۲	۰/۰۲۴۴
LENE$_{it}$	−۰/۱۷۷۰۵۱	−۲/۱۶۳۳۳۳	۰/۰۲۴۵
LURB$_{it}$	۰/۱۱۸۴۲۹	۲/۲۰۱۲۵۳	۰/۰۲۱۹
LGAS$_{it}$	−۰/۱۲۷۸۶۵	−۲/۰۷۴۱۱۳	۰/۰۲۶۴
LPEC$_{it}$	۰/۲۲۷۳۶۲	۳/۲۵۶۲۳۶	۰/۰۰۱۵
LOPPit	۰/۴۱۵۳۶۲	۵/۱۵۲۵۶۳	۰/۰۰۰۵
ضریب ثابت	۰/۳۲۸۳۵۲	۵/۶۲۰۵۵۸	۰/۰۰۰۰
ضریب تعیین	۰/۵۵۰۰۰۶	آماره F:	۴/۷۸۶۵۳۶
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۵۲۱۴۵۱	سطح معناداری	۰/۰۳۵۴۶۱
دوربین واتسون:۲/۱۰۹۲۶۷			

منبع:یافته های پژوهش

در جدول ۶ نتایج برآورد مصرف گاز طبیعی بر انتشار گاز دی اکسید کرین در کشورهای با شدت مصرف پایین انرژی را نشان می‌دهد. در مدل تحقیق با اضافه شدن متغیر اثر تعاملی مصرف سرانه‌گاز طبیعی* مصرف سرانه سایر انرژی‌ها نتایج تحقیق نشان می‌دهد با جایگزینی مصرف سرانه گاز طبیعی درمصرف انرژی میزان انتشار دی اکسید کربن کاهش می‌یابد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ٦. نتایج تخمین مدل برای کشورهای با شدت مصرف انرژی پایین:

$$LCO_{۲it} = L\alpha + \beta_{۱}(\mathrm{LGDP_{it}}) + \beta_{۲}(\mathrm{LENE_{it}}) + \beta_{۳}(\mathrm{LURB_{it}}) + \beta_{٤}(\mathrm{LGAS_{it}}) + \beta_{٥}(\mathrm{LPEC_{it}}) + \beta_{٦}(\mathrm{LOPP_{it}}) + \varepsilon_{it}$$

متغیر	ضریب	آماره t	سطح معناداری
LGDPLit	۰/۶۹۶۰۲۵	۵/۰۴۵۳۶۱	۰/۰۰۱
LENEit	−۰/۵۰۸۵۲۳	−۴/۶۵۸۲۳۱	۰/۰۰۰
LURBit	۰/۱۴۳۶۲۱	۳/۳۶۵۲۱۴	۰/۰۱۱
LGASit	۰/۰۵۶۳۶۲	۲/۵۰۶۴۲۵	۰/۰۲۱۵
LPECit	۰/۱۰۵۸۳۶	۲/۷۵۶۰۱۴	۰/۰۲۱۱
LOPPit	۰/۳۲۰۴۵۸	۳/۰۸۵۶۵۴	۰/۰۱۲۴
ضریب ثابت	۰/۱۲۳۶۲۵	۲/۰۱۵۲۶۳	۰/۰۳۵۴
ضریب تعیین	۰/۴۱۲۵۶	آماره f:	۵/۰۸۵۳۶
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۴۰۹۶۵	سطح معناداری	۰/۰۲۵۶۳
دوربین واتسون: ۱/۵۸۶۳			

منبع:یافته های پژوهش

در جدول ۷ اثر تعاملی مصرف سرانه گاز طبیعی بر مصرف سرانه سایر انرژی را در کشورها با شدت مصرف انرژی بالا نشان می‌دهد. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهد، هر یک از متغیرهای توضیحی مدل به غیر از بهره‌وری انرژی درکشورهای با شدت مصرف انرژی پایین دارای ضریب مثبت می‌باشد، لذا می‌توان گفت که هر یک از متغیرهای فوق تاثیر مثبت ومعناداری بر متغیر وابسته دارند. به عبارت دیگر نتایج این پژوهش بیانگر این است که ارتباط بین مصرف گاز طبیعی بر میزان انتشار دی اکسید کربن رابطه غیر خطی تبعیت می‌کند. یعنی زمانی که شدت مصرف انرژی پایین است، رابطه بین مصرف گاز طبیعی بر میزان انتشار دی اکسید کربن مثبت و زمانی که شدت مصرف انرژی بالا این رابطه منفی خواهد شد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ۷. نتایج برآورد مدل برای کشورهای باشدت انرژی بالا با اضافه شدن متغیر لگاریتم (مصرف سرانه‌گاز طبیعی* مصرف سرانه سایر انرژی‌ها)

$$LCO_{۲it} = L\alpha + \beta_{۱}(LGDP_{it}) + \beta_{۲}(LENE_{it}) + \beta_{۳}(LURB_{it}) + \beta_{٤}(LGAS_{it}) + \beta_{٥}(LPEC_{it}) + \beta_{٦}(LGASit * PECit) + \beta_{۷}(LOPP_{it}) + \varepsilon_{it}$$

متغیر	ضریب	آماره t	سطح معناداری
LGDPLit	۰/۲۶۹۸۷	۲/۱۵۸۴۸	۰/۰۱۴۵
LENEit	-۰/۲۸۵۶	-۲/۹۸۶۵	۰/۰۲۵۶
LURBit	۰/۳۶۹۵	۳/۹۸۵۹	۰/۱۴۵۲
LGASit	-۰/۱۹۸۵	-۲/۸۵۶۹۹	۰/۰۱۰۵
LPECit	۰/۳۶۵۶	۳/۸۵۶۳۲	۰/۰۰۰۰
L(GASit*PECit)	-۰/۳۰۹۸	-۳/۱۵۲۶	۰/۰۱۵۶۳
LOPPit	۰/۵۲۵۹	۵/۹۸۹۹	۰/۰۰۰۰
ضریب ثابت	۰/۴۲۸۹۶	۵/۶۲۰۵۵۸	۰/۰۰۰۰
ضریب تعیین	۰/۴۱۸۹۹	آماره f:	۴/۹۸۶۵۲
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۵۲۱۴۵۱	سطح معناداری	۰/۰۱۴۵
دوربین واتسون: ۲/۴۷۸۵			

منبع:یافته های پژوهش

در جدول ۸ تاثیر متغیر تعاملی (مصرف سرانه‌گاز طبیعی* مصرف سرانه سایر انرژی‌ها را برای میزان انتشار دی اکسید کربن نشان می‌دهد. همانطور که نتایج تحقیق نشان می‌دهد در کشورها با شدت انرژی پایین جایگزینی مصرف گاز طبیعی به جای سایر انرژی‌های فسیلی تاثیر منفی بر انتشار گاز دی اکسید کربن ایجاد نمی‌کند.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول۸. نتایج برآورد مدل برای کشورهای باشدت انرژی پایین با اضافه شدن متغیر لگاریتم (مصرف سرانه گاز طبیعی* مصرف سرانه سایرانرژی)

$$LCO_{2it} = L\alpha + \beta_1(LGDP_{it}) + \beta_2(LENE_{it}) + \beta_3(LURB_{it}) + \beta_4(LGAS_{it}) + \beta_5(LPEC_{it}) + \beta_6(LGASit * PECit) + \beta_7(LOPP_{it}) + \varepsilon_{it}$$

متغیر	ضریب	آماره t	سطح معناداری
$LGDPL_{it}$	۰/۶۰۹۱۶۵	۵/۶۴۳۶۸۶	۰/۰۱۴۲
$LENE_{it}$	۰/۰۷۶۴۶۹	-۲/۵۸۶۳۹۱	۰/۰۰۶۲
$LURB_{it}$	۰/۰۰۸۰۴۰	۰/۰۳۵۶۹۷	۰/۰۰۹۷
$LGAS_{it}$	۰/۹۴۴۵۹۴	۲/۷۵۲۴۷۴	۰/۰۱۱۱
$LPEC_{it}$	۰/۱۰۵۸۳۶	۲/۷۵۶۰۱۴	۰/۰۲۱۱
$L(GAS_{it}*PEC_{it})$	۰/۱۹۸۹۳۹	۲/۲۴۰۹۰۰	۰/۰۳۵۵
LOPPit	۱/۳۸۷۱۸۷	۲/۵۳۲۹۷۵	۰/۰۱۸۹
ضریب ثابت	۰/۷۲۲۹۴۰	۵/۰۱۱۹۳۹	۰/۰۰۰۰
ضریب تعیین	۰/۴۹۶۲۵	آماره F	۵/۲۵۴۶۳
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۴۸۹۶۳	سطح معناداری	۰/۰۱۵۳
دوربین واتسون: ۱/۹۸۵۵			

منبع:یافته های پژوهش

۶. نتیجه‌گیری

ایران هم‌اکنون در بین ۱۰ کشور با شدت مصرف انرژی و نیز شدت انتشار گازهای گلخانه‌ای بالا قرار دارد. با توجه به ویژگی‌ها و مزایایی که مصرف گاز طبیعی به لحاظ تولید کمتر گازهای گلخانه‌ای نسبت به سایر سوخت‌های فسیلی دارا است و همچنین با توجه به الزامات پیمان زیست‌محیطی پاریس (۲۰۱۵) و افزایش جهانی نگرانی‌های زیست محیطی که موجب تغییر سیاست‌های انرژی دولت‌ها به سمت استفاده از سوخت‌های با انتشار کمتر شده است، گسترش مصرف گاز طبیعی نسبت به سایر سوخت‌های فسیلی دارای شتاب بیشتری بوده است. هرچند استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد جهانی انرژی با سرعت زیادی در حال افزایش

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

است، اما اغلب پیش‌بینی‌ها، نشان از افزایش قابل توجه گاز طبیعی در سبد آتی جهانی انرژی حکایت دارد.

با توجه افزایش چشمگیر گاز طبیعی در سبد جهانی انرژی، بررسی آثار مصرف این حامل انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن از اهمیت خاصی برخوردار است. در این مطالعه باتوجه به اهمیت مصرف انرژی برای توسعه کشورها و همچنین آلودگی و پیامدهای منفی ناشی از مصرف آن به بررسی، اثر مصرف گاز طبیعی بر انتشار گاز دی اکسید کربن با استفاده از داده-های دوگروه کشورهای منتخب باشدت مصرف انرژی بالا و کشور با شدت مصرف انرژی پایین در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۸ پرداخته شد. نتایج آزمون چاو استفاده از روش داده‌های تابلویی یا داده‌های ترکیبی و آزمون هاسمن استفاده از روش اثرات تصادفی را در این پژوهش را تأیید نمود. نتایج آزمون‌های مانایی مورد استفاده در این تحقیق برای هر دو گروه کشور با شدت انرژی نشان از عدم وجود ریشه واحد در متغیرهای تحقیق دارد.

نتایج حاصل از پژوهش درکشورهای با شدت مصرف انرژی بالا نشان می‌دهد، مصرف گاز طبیعی تأثیر منفی و معناداری بر انتشار گاز CO_2 دارد و تولید ناخالص‌داخلی سرانه تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. این یافته تحقیق با یافته‌های وو و همکاران (۲۰۲۱) در مورد رابطه بین مصرف گاز طبیعی و انتشار CO_2 و نیز تولید ناخالص داخلی در یک راستا قرار دارد.

نتایج در کشورهای باشدت مصرف انرژی پایین نشان می‌دهد، مصرف گاز طبیعی تأثیر منفی و معناداری بر انتشارگاز CO_2 ندارد، ولی‌تولید ناخالص داخلی سرانه تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. این نتیجه تحقیق، یافته‌های بهبودی و برقی گلعذانی(۱۳۸۷)، رشیدی و همکاران (۱۳۹۶) و پناهی و همکاران (۱۳۹۶) را تأیید می‌کند.

همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهد، در کشورهای با شدت مصرف بالای انرژی با اضافه شدن متغیر اثر تعاملی مصرف سرانه‌گاز طبیعی* مصرف سرانه سایر انرژی‌ها به مدل، (امکان جایگزینی مصرف سرانه گاز طبیعی با سایر مصارف انرژی)، میزان انتشار دی اکسید کربن

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

کاهش می‌یابد. در واقع به دلیل انتشار به مراتب کمتر گاز طبیعی در مقایسه با سایر سوخت‌های فسیلیَ، افزایش مصرف این حامل انرژی در سبد انرژی، منجر به انتشار کمتر گاز دی‌اکسید کربن می‌شود. علاوه بر این، در هر دو گروه کشورهای منتخب، کشش انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت به متغیر شهرنشینی مثبت و معنادار است. تأثیر مثبت و معنی دار نرخ شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسیدکربن به دلیل افزایش حمل و نقل و افزایش خانه‌های مسکونی شهری می‌تواند باشد که باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود. این یافته با نتایج تحقیق رشیدی و همکاران (۱۳۹۶)، پناهی و همکاران (۱۳۹۶) و چائویه و لیائو (۲۰۱۷) در یک راستا قرار دارد.

با توجه به نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد، میزان شدت مصرف انرژی نقش مهمی در تأثیر مصرف گاز طبیعی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارد. از این رو کاهش شدت مصرف انرژی باید مورد توجه جدی سیاستگذاران و برنامه‌ریزان انرژی کشور قرار گیرد. در این راستا می‌توان از ظرفیت سند بالادستی تراز گاز کشور در افق ۱۴۲۰ که بر ضرورت بهینه‌سازی مصرف گاز طبیعی در ایران در بخش‌های مختلف اعم از نیروگاه‌ها، صنایع عمده، پالایشگاه‌ها، حمل و نقل، خانگی و تجاری تأکید نموده است، استفاده کرد. در سند تراز گاز طبیعی کشور در افق ۱۴۲۰، علت اصلی منفی شدن تراز گازی کشور که به ویژه در ماه‌های سرد سال باعث کاهش گازرسانی به نیروگاه‌ها و خاموشی‌های برق خواهد شد، بالا بودن شدت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف (نیروگاهی، صنایع عمده، تجاری، خانگی) به دلیل عدم توجه کافی به بهینه‌سازی انرژی عنوان شده است. بنابراین، با افزایش سهم گاز طبیعی در سبد انرژی در مقایسه با سایر سوخت‌های فسیلی و نیز بهینه‌سازی مصارف مختلف آن در کنار نوسازی تجهیزات صنایع و بهبود سطح فنی ماشین‌آلات، می‌توان شدت مصرف انرژی و نیز انتشار دی اکسیدکربن را به میزان قابل توجهی کاهش داد و پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از آن را برای نسل‌های آینده کاهش داد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

منابع و مآخذ

۱. ابراهیمی، محسن. آل مراد جبدرقی، محمود .(۱۳۸۹). بررسی عوامل موثر بر انتشار گاز دی اکسیدکربن درکشورهای با درآمد متوسط به پایین با تاکید بر منحنی کوزنتس . *پنجمین همایش ملی زمین شناسی و محیط زیست اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر.*

۲. بهبودی، داوود . برقی گلعذانی، اسماعیل.(۱۳۸۷). بررسی اثرات زیست محیطی مصرف انرژی بررشد اقتصادی در ایران . *فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد مقداری ، دوره پنجم، شماره ۴* ،۳۵-۵۴.

۳. بهبودی، داوود . فلاحی، فیروز. برقی گلعذانی، اسماعیل.(۱۳۸۹). عوامل اقتصادی اجتماعی موثر بر انتشار سرانه دی اکسیدکربن در ایران . *مجله تحقیقات اقتصادی،دوره ۴۵، شماره ۹۰* :۱-۱۷.

۴. پناهی، حسین .سلمانی، بهزاد .آل عمران، سیدعلی.(۱۳۹۶). به بررسی تاثیر شهرنشینی بر انتشار دی اکسیدکربن درکشورهای عضو سازمان کنفرانس های اسلامی بااستفاده از رهیافت پنل دیتا وکاربرد مدل (*STIRPAT*). *علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، شماره ۲ :۱۰۵-۱۱۹.*

۵. پژویان، جمشید . مرادحاصل، نیلوفر.(۱۳۸۶). بررسی اثر رشد اقتصادی برآلودگی هوا . *فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران . سال هفتم ، شماره ۴* :۱۴۱-۱۶۰.

۶. ترابی، تقی.خواجویی پور، امین.طریقی،سمانه.پاکروان، محمدرضا.(۱۳۹۴). تاثیز مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی بر انتشارگازهای گلخانه‌ای در ایران.*فصلنامه مدل سازی اقتصادی،سال نهم،شماره ۱ :۶۳-۸۴*

۷. رشیدی،علی .نظری کودهی، سعید .پایدار راوندی، رامین .شاه حسینی، امید .کوکب پیک ،آرش .(۱۳۹۶). تعیین سهم عوامل موثر بر انتشارگاز CO_2 از نیروگاه های حرارتی کشور بااستفاده از مدل(*STIRPAT*). *مطالعات علوم محیط زیست، دوره دوم ، شماره۱ :۲۵-۳۸ .*

۸. سوری، علی (۱۳۹۲)، اقتصادسنجی، انتشارات فرهنگ‌شناسی.

۹. صادقی ، سیرکمال .سجودی،سکینه .احمدزاده دلجوان، فهیمه.(۱۳۹۵). بررسی تأثیر متغیرهای جمعیتی بر کیفیت محیط زیست بر مبنای مدل(STIRPAT). *علوم و تکنولوژی محیط زیست ،دوره هجدهم ، شماره ۳ :۲۵۷-۲۷۵.*

۱۰. صیادی، محمد، منجذب، محمدرضا. (۱۳۹۸). ارزیابی تأثیر عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای عضو اوپک با تأکید بر مصرف سوخت‌های فسیلی: کاربرد رهیافت غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم پانلی، مطالعات علوم محیط زیست، (۴)۴، ۹۰۷-۹۱۷.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۱۱. قزوینیان، محمدحسن، هژبر کیانی، کامبیز، دهقانی، علی، زندی، فاطمه، سعیدی، خلیل. (۱۳۹۷). مقایسه تطبیقی اثر شوک‌های مصرف کل انرژی بر انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی در ایران و کشورهای منتخب منا. *فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*, ۹(۳۳)، ۹۱-۱۰۸.

۱۲. قلی زاده زحمتکش، مائده.(۱۳۸۹). بررسی تأثیر مصرف گاز طبیعی بر انتشار CO_2 با استفاده از منحنی کوزنتس زیست‌محیطی بلندمدت. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علامه طباطبایی.*

۱۳. مرادحاصل، نیلوفر و مزینی، امیرحسین(۱۳۸۹).رشد اقتصادی و مصرف انرژی در ایران :رویکرد استانی،*کنفرانس و نمایشگاه بهینه سازی انرژی،تهران.*

۱۴. کفایی، محمدعلی.آقائیان، پریا.(۱۳۹۵). برآورد و مقایسه کارایی انرژی در بخش‌های اقتصادی ایران . *فصلنامه اقتصاد و الگوسازی دانشگاه شهید بهشتی ، دوره ۷، شماره ۲۷ :۹۷-۱۲۲.*

۱۵. کریمی، محمدشریف . حیدریان، مریم.(۱۳۹۶). بررسی ارتباط بین شهرنشینی و مصرف انرژی در استان-های ایران . *فصلنامه اقتصاد و الگوسازی دانشگاه شهید بهشتی،دوره۸، شماره۳۱ :۲۷-۵۶.*

۱۶. لطفعلی پور، محمدرضا. فلاحی، محمدعلی. بستام، مرتضی.(۱۳۹۱). بررسی مسائل زیست محیطی و پیش بینی انتشار دی اکسیدکربن در اقتصا ایران . *فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، سال اول، شماره ۳ :۸۱-۱۰۹.*

۱۷. نصراللهی، زهرا ، غفاری، مرضیه .(۱۳۸۸). توسعه ی اقتصادی وآلودگی محیط زیست درکشورهای عضو پیمان کیوتو و کشورهای آسیای جنوب غربی . *پژوهشنامه علوم اقتصادی ، سال نهم،شماره ۲*: ۱۲۶-۱۰۵

.

۱. Bildirici, M.E. and T. Bakirtas, (۲۰۱٤) The relationship among oil, natural gas and coal consumption and economic growth in BRICTS (Brazil, Russian, India, China, Turkey and South Africa) countries. *Energy. 65: p. ۱۳۴-۱۴۴.*

۲. Li, R. and M. Su, (۲۰۱۷). The role of natural gas and renewable energy in curbing carbon emission: Case study of the United States. *Sustain*

۳. *ability. 9(4): p. 600.*

۴. Lin, S, et al (۲۰۱۷). Impacts of urbanization and real economic development on CO^2 emissions in non-high income countries: Empirical research based on the extended STIRPAT model. *Journal of cleaner production. 166: p. ۹۵۲-۹۶۶.*

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۵. Lin, B., & Agyeman, S. (۲۰۲۰). Impact of natural gas consumption on sub-Saharan Africa's CO۲ emissions: Evidence and policy perspective. *Science of The Total Environment*, ۱٤۳۳۲۱.

۶. Meng, B, et al, (۲۰۱۷). Spatial spillover effects in determining China's regional CO۲ emissions growth: ۲۰۰۷–۲۰۱۰. *Energy Economics. 63: p. ۱۶۱-۱۷۳.*

۷. Pejović, B., Karadžić, V., Dragašević, Z., & Backović, T. (۲۰۲۱). Economic growth, energy consumption and CO۲ emissions in the countries of the European Union and the Western Balkans. *Energy Reports*, *7*, ۲۷۷۵-۲۷۸۳.

۸. Su, B. B. Ang, and Y. Li, (۲۰۱۷). Input-output and structural decomposition analysis of Singapore's carbon emissions. *Energy Policy. 105: p. 484-492*

۹. Stokey, N. L. (۱۹۹۸), «Are there limits to growth? », *International Economic Review, 39(1), 1-31.*

۱۰. Wu, D., Geng, Y., & Pan, H. (۲۰۲۱). Whether natural gas consumption bring double dividends of economic growth and carbon dioxide emissions reduction in China?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *137*, ۱۱۰٦۳٥.

۱۱. Xu, B. and B. Lin, (۲۰۱۹). Can expanding natural gas consumption reduce China's CO۲ emissions? *Energy Economics. 81: p. 393-407.*

۱۲. Xu, B. and B. Lin, (۲۰۱٥). How industrialization and urbanization process impacts on CO۲ emissions in China: evidence from nonparametric additive regression models. *Energy Economics. 48: p. 188-202.*

۱۳. Xu, B. and B. Lin, (۲۰۱۸) Investigating the differences in CO۲ emissions in the transport sector across Chinese provinces: Evidence from a quantile regression model. *Journal of Cleaner Production. 175: p. 109-122.*

۱۴. Yeh, J.C. and C.H. Liao, (۲۰۱۷). Impact of population and economic growth on carbon emissions in Taiwan using an analytic tool STIRPAT. *Sustainable Environment Research. 27(1): p. 41-48.*

منابع اینترنتی:

۱. https://yearbook.enerdata.net/energy-intensity-GDP-region.html.
۲. http://www.worldbank.org
۳. http://www.bp.ir

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

ضمیمه

فهرست کشورهای با شدت مصرف انرژی بالا و پایین

گروه کشورهای با شدت مصرف انرژی بالا	چین، آمریکا، هند، روسیه، ژاپن، کره جنوبی، آلمان، کانادا، برزیل، ایران، اندونزی و فرانسه
گروه کشورهای با شدت مصرف انرژی پایین	نیوزیلند، کلمبیا، شیلی، ازبکستان، پرتغال، رومانی، نروژ،کویت

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]